

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Andrea Daleffi Scheide

***EMISSIONES LÍQUIDAS DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>) DO SETOR USO  
DA TERRA, MUDANÇAS DE USO DA TERRA E FLORESTAS (UTMUTF) DA  
REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO PARAÍBA E LITORAL NORTE***

CURITIBA

2014

ANDREA DALEFFI SCHEIDE

*EMISSÕES LÍQUIDAS DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>) DO SETOR USO  
DA TERRA, MUDANÇAS DE USO DA TERRA E FLORESTAS (UTMUTF) DA  
REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO PARAÍBA E LITORAL NORTE*

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso especialização em projetos sustentáveis, mudanças climáticas e gestão corporativa de carbono do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como requisito para obtenção do título de especialista.

Orientadora: Dra. Clotilde Ferri

CURITIBA  
2014

## **AGRADECIMENTOS**

A minha amiga e orientadora Clotilde Ferri pela oportunidade em permitir que eu participasse do curso e pela contribuição no trabalho.

As minhas amigas Adriana Scolastrici pela colaboração e pela dedicação nos trabalhos durante o curso e Vanildes Ribeiro pelo apoio durante o trabalho final.

Gostaria de agradecer, principalmente, a CETESB pela permissão do uso dos dados.

Aos meus familiares pelo paciência e apoio durante esses dois anos.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	1
2 MATERIAS E MÉTODOS .....	4
2.1 Área de Estudo.....	4
2.2 Materiais .....	5
2.3 Metodologia .....	8
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
4 CONCLUSÕES .....	20
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	21

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição das sub-regiões da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. ....	5
Figura 2. Distribuição das Imagens Landast5/TM .....	6
Figura 3. Limite Municipal da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte .....	7
Figura 4. Fluxograma da metodologia executada para realizar a estimativa das emissões líquidas de dióxido de carbono para o setor uso da terra, mudanças de uso da terra e florestas na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte .....	11
Figura 5. Mapa de Uso e Cobertura da Terra no ano de 1994.....	14
Figura 6. Mapa de Uso e Cobertura da Terra no ano de 2002.....	14
Figura 7. Mapa de Uso e Cobertura da Terra no ano de 2005.....	16
Figura 8. Mapa de Uso e Cobertura da Terra no ano de 2008.....	17

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Categorias de uso da terra .....	9
Tabela 2. Matriz com as transições observadas.....	12
Tabela 3. Emissões observadas para a RMVPLN nos períodos 1994-2002, 2002-2005 e 2005-2008. ....	18
Tabela 4. Remoções no período de 1994-2002, 2002-2005 e 2005-2008 .....	19
Tabela 5. Estimativa líquida das emissões no setor UTMUTF (Uso da Terra, Mudanças do Uso da Terra e Florestas) para as sub-regiões da RMVPLN .....	19

*“EMISSIONES LÍQUIDAS DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>) DO SETOR USO DA TERRA, MUDANÇAS DE USO DA TERRA E FLORESTAS (UTMUTF) DA REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO PARAÍBA E LITORAL NORTE”*

ANDREA DALEFFI SCHEIDE <sup>1</sup>

Orientadora: Dra. Clotilde Ferri

<sup>1</sup> Geógrafa. Graduação, Al. José Alves de Siqueira Filho, 12, [andrea@funcate.org.br](mailto:andrea@funcate.org.br), (12) 39251387

**RESUMO**

Nas últimas décadas as emissões antrópicas de gases de efeito Estufa (GEE) têm sido a causa de grandes preocupações dos governantes. Assim, esse trabalho foi realizado com objetivo de estimar as emissões de dióxido de carbono e avaliar a distribuição das emissões de CO<sub>2</sub> do setor UTMUTF pelas sub-regiões da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) para os períodos de 1994-2002, 2002-2005 e 2005-2008, com base nos dados do I Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretas e Indiretas do Estado de São Paulo. Foram utilizadas 3 imagens TM/Landsat-5 para cada ano de estudo. As metodologias usadas são as mesmas do inventário. O presente estudo mostrou que as Regiões Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte são removedoras e não emissoras de CO<sub>2</sub>. A Sub região 5, com um total de -964.486,46 tC/ha, nos dos 3 períodos de estudo, foi a que mais removeu dióxido de carbono, isso ocorre, principalmente pela preservação de Mata Atlântica.

Palavras Chaves: Sensoriamento Remoto, Emissões de Gases de Efeito Estufa, Inventário de Emissões.

**ABSTRACT**

In the last decade the anthropogenic emission of greenhouse effect, is a main subject for the governments. This work is made for stimulate of carbon dioxide emission and assess the distributions of CO<sub>2</sub> emission, in the UTMUTF sector for sub regions Metropolitans area of Vale do Paraíba and the littoral north (RMVPLN) for the period of 1994-2002, 2002-2005 and 2005-2008, use the data base of first inventory of Anthropogenic Emissions of Greenhouse Gases Direct and Indirect of São Paulo State. Has been use 3 images TM/Landsat-5 for each one study. The methodology is same was used in the inventory. This study show of metropolitan region of Vale do Paraíba and North Littoral is responsible to removers are not CO<sub>2</sub> stations. The sub region 5, with the total of -964.486, 46 tC/ha, in the 3 times of study, is the principal for removed the carbon dioxide, the main reason for this removing is preservation of Atlantic Forest.

Keywords: Remote Sensing, Greenhouse Gas Emissions, Emissions Inventory.

## 1 INTRODUÇÃO

O Governo do Estado de São Paulo instituiu a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC) através do Decreto 55.947/2010 que indica que o Estado deverá promover a redução de emissões de gases de efeito estufa em 20% até 2020, tendo como base o ano 2005. O cumprimento desta meta irá exigir esforços de diferentes setores da economia e implicará em atuações em diferentes regiões do Estado.

A Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) foi criada através do Projeto de Lei 66/2011 e é um instrumento do Estado que permitirá o planejamento e a gestão de questões comuns que afetam as cidades da região. Com a criação da RM, os 39 prefeitos e o governo do estado trabalharão em conjunto políticas públicas com o objetivo de agilizar a resolução de problemas comuns nas cidades da região.

O estado de São Paulo realizou seu primeiro inventário de emissão e remoção de gases do efeito estufa em parceria com o Governo do Reino Unido. Como determina a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, o inventário incluiu apenas as emissões antrópicas por fontes e remoções antrópicas por sumidouros de gases do efeito estufa, e foi desenvolvido utilizando metodologias comparáveis e acordadas pelas Partes da referida convenção.

As estimativas dessas emissões e remoções para o setor Uso da Terra, Mudanças de Uso da Terra e Florestas (UTMUTF) são muito complexas, envolvendo trabalhos extensos de levantamento e tratamento de dados de sensoriamento remoto, estatísticos e derivados de inventário florestal. Para a realização de um trabalho desta magnitude, deve-se considerar muito tempo de execução. Nestes termos, tanto o governo federal como o estadual optaram por fazer o levantamento em períodos mais longos, 8 anos (1994 e 2002) no nacional e de 8 e 3 anos no estadual (1994-2002, 2002-2005, 2005-2008).

Neste contexto, o objetivo principal deste trabalho foi estimar as emissões de dióxido de carbono, com base nos dados do I Inventário de Emissões do Estado de São Paulo, para a RMVPLN (Região Metropolitana do Vale do Paraíba



e Litoral Norte) e avaliar a distribuição das emissões do setor Uso da Terra, Mudanças de Uso da Terra e Florestas (UTMUTF), nas mesmas.

Seguindo o compromisso assumido pelo Brasil junto a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, foi lançado em 2010 a Segunda Comunicação Nacional do Brasil das emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros dos gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal (BRASIL, 2010).

Os resultados obtidos, na comunicação Nacional e Estadual, podem ser úteis para que governos possam tomar atitudes para enfrentar o aquecimento global, estabelecendo planos e metas de redução e gestão das emissões.

Nesse contexto, o Governo do Estado de São Paulo instituiu a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC) através do Decreto 55.947/2010 que indica que o Estado deverá promover a redução de emissões de gases de efeito estufa em 20% até 2020, tendo como base o ano 2005. O cumprimento desta meta irá exigir esforços de diferentes setores da economia e implicará em atuações em diferentes regiões do Estado.

Para instituir esta política, foi realizado o Primeiro Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo (CETESB, 2011), que apresenta os resultados nos diferentes setores. No Estado, o setor Uso da Terra, Mudanças de Uso da Terra e Florestas (UTMUTF) foi o único que apresentou remoção de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o que pode ser também observado em FUNCATE (2012).

No setor UTMUTF (Uso da Terra, Mudanças de Uso da Terra e Florestas), tanto a Comunicação Nacional quanto o Inventário Estadual de São Paulo, utilizaram a mesma metodologia. A diferença entre os dois está na continuidade dada no relatório estadual que vai até o ano 2008.

A metodologia aplicada tanto na Comunicação Nacional quanto no Primeiro Inventário do Estado de São Paulo foi pautada nas orientações do GPG/LULUCF (*Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*) (IPCC, 2003), que são: Adequadas: capazes de representar as mudanças nos estoques de carbono e emissões e remoções antrópicas de GEE e suas relações entre o uso da terra e a mudança do uso da terra; Consistentes: capazes de representar práticas de manejo e mudança do uso da terra de forma consistente ao longo do tempo, sem serem afetadas por descontinuidades

sazonais; Completas: envolvendo a inclusão de toda a área da RMVPLN, com incrementos de área em algumas categorias sendo compensados com decréscimo em outras; Transparente: provendo uma descrição clara das fontes de dados, definições, metodologias e hipóteses utilizadas e; Acuradas: buscando não gerar super ou subestimativas, tanto quanto possível.

Algumas metodologias se baseiam em modelagem como é o caso do mais recente resultado de modelagem publicado pelo INPE para “Estimativa de emissões dos gases do efeito estufa (GEE) por mudanças de cobertura da terra” – INPE-EM, cujas estimativas são realizadas com base no arcabouço genérico de modelagem de emissões INPE-EM (AGUIAR *et al.*, 2012), que combina de modo espacialmente explícito mapas de biomassa e de desmatamento para uma área de estudo. Este arcabouço incorpora a dinâmica temporal relacionada ao processo de desmatamento considerando a heterogeneidade biofísica e socioeconômica da região estudada (INPE, 2012). Na página do INPE ([www.inpe.gov.br](http://www.inpe.gov.br)), os resultados apresentados são apenas para a área da Floresta Amazônica.

Como este e outros trabalhos, o mapa de biomassa garante dados de carbono da vegetação para gerar as estimativas. O INPE tem realizado as estimativas com base no mapa de biomassa de Saatchi *et al.* (2007) enquanto que a Comunicação Nacional e o Primeiro Inventário do Estado de São Paulo utilizam o Mapa de Carbono gerado pela FUNCATE, para todo o território nacional, produzido com base no Mapa de Vegetação do IBGE (2004), dados de literatura e imagens de satélite do ano 1994, ano inicial do estudo dos dois inventários.

Em 09 de janeiro de 2012, o governador do Estado de São Paulo, criou a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) dando um importante passo no processo de organização do território paulista, para permitir a gestão compartilhada dos municípios que integram as quatro Regiões Metropolitanas institucionalizadas – São Paulo, Campinas, Baixada Santista e Vale do Paraíba e Litoral Norte (EMPLASA, 2012).

A região caracteriza-se, por importantes reservas naturais, como as Serras da Mantiqueira, da Bocaina e do Mar e pelas fazendas de valores histórico e arquitetônico. Além do mais, é o segundo maior produtor de leite do País (EMPLASA, 2012) – atividade que sustenta grande parte da população rural

dos pequenos municípios. Na agricultura, a produção tradicional é a cultura de arroz nas várzeas do Rio Paraíba (EMPLASA, 2012).

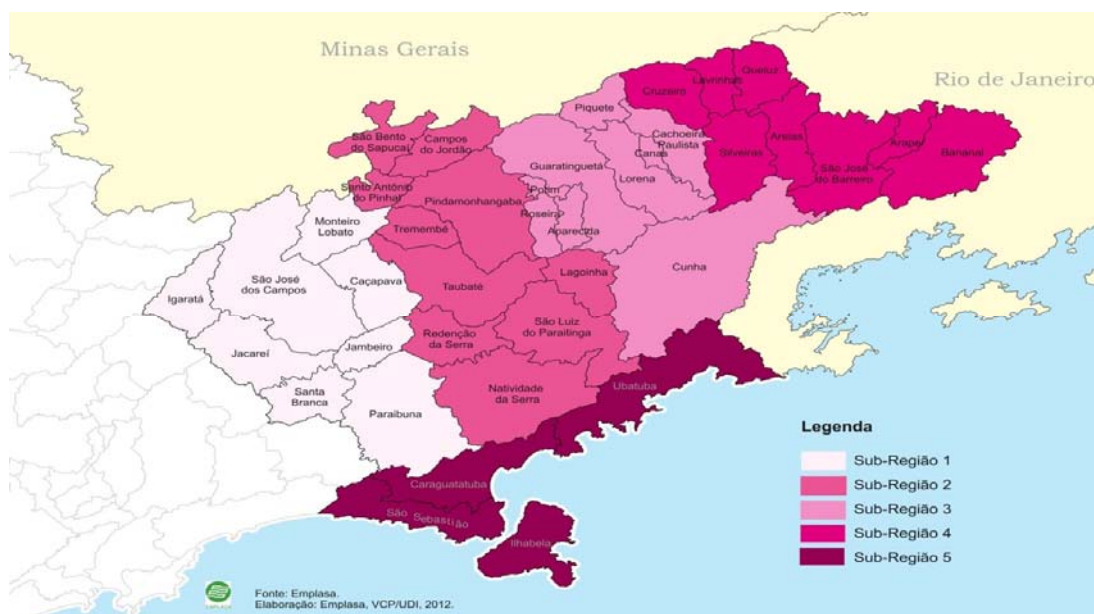
O objetivo deste trabalho foi estimar as emissões e remoções de dióxido de carbono da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) no período 1994-2002, 2002-2005 e 2005-2008.

## **2 MATERIAS E MÉTODOS**

### **2.1. Área de Estudo**

A Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte é a mais nova região metropolitana do Estado de São Paulo criada através do Projeto de Lei 66/2011 e é um instrumento do Estado que permite o planejamento e a gestão de questões comuns que afetam as cidades da região. Esta região está subdividida em 5 sub-regiões, os municípios (Figura 1) englobados por cada 5 sub-região são:

- **I - Sub-região 1:** Caçapava, Igaratá, Jacareí, Jambuí, Monteiro Lobato, Paraíba, Santa Branca e São José dos Campos;
- **II - Sub-região 2:** Campos do Jordão, Lagoinha, Natividade da Serra, Pindamonhangaba, Redenção da Serra, Santo Antônio do Pinhal, São Bento do Sapucaí, São Luís do Paraitinga, Taubaté e Tremembé;
- **III - Sub-região 3:** Aparecida, Cachoeira Paulista, Canas, Cunha, Guaratinguetá, Lorena, Piquete, Potim e Roseira;
- **IV - Sub-região 4:** Arapuí, Areias, Bananal, Cruzeiro, Lavrinhas, Queluz, São José do Barreiro e Silveiras;
- **V - Sub-região 5:** Caraguatatuba, Ilhabela, São Sebastião e Ubatuba.



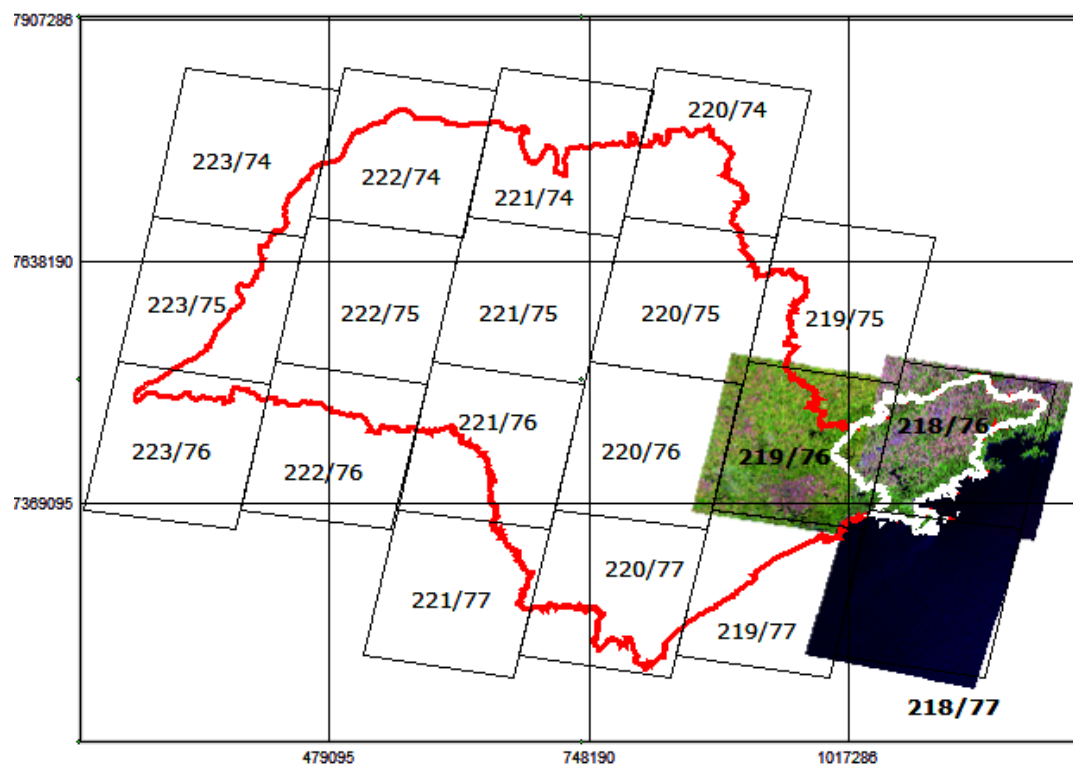
**Figura 1.** Distribuição das sub-regiões da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte.

Fonte: EMPLASA (2012)

A área que compreende os Municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) é de 16.179,947 km<sup>2</sup>. Segundo a EMPLASA (2012) a região possui mais de 36% do seu território protegido por 24 Unidades de Conservação, perfazendo um total de aproximadamente 5.865 km<sup>2</sup>.

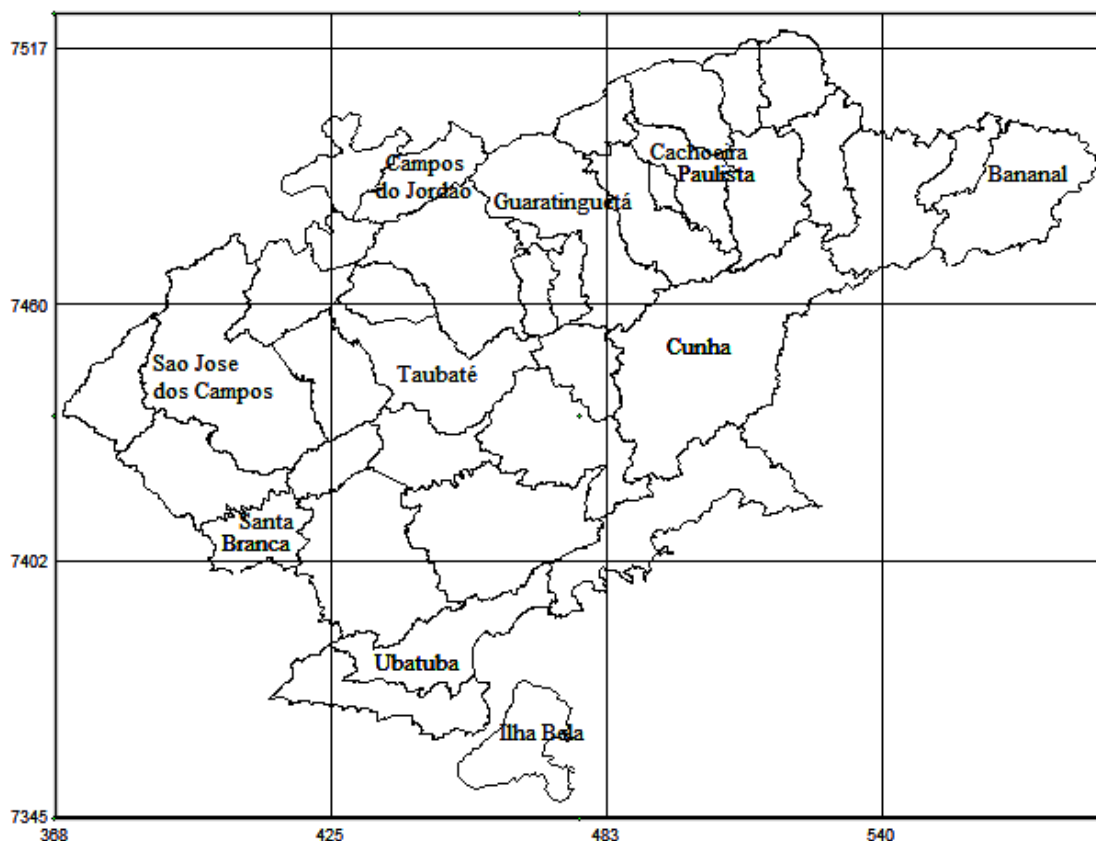
## 2.2. Materiais

Para o presente trabalho, foram utilizadas imagens do sensor TM/Landsat5, Bandas 1, 2, e 3, com resolução de 30m. A área de estudo é coberta por 3 imagens (órbitas/pontos - 218/76, 218/77 e 219/76) como mostra a Figura 2, para diferentes datas, nos anos-bases de 1994, 2005 e 2008.



**Figura 2.** Distribuição das ImagensTM/Landsat5.

O limite municipal da área de estudo (Figura 3) usado para os cruzamentos de dados foi o mesmo do I Inventário de emissões Antrópicas de Gases de Efeito estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo.



**Figura 3.** Limite Municipal da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte.

Foi utilizado o mapa de solos do Primeiro Inventário, onde as 69 classes inseridas nas 18 ordens do sistema brasileiro de classificação de solos foram reclassificadas para tipos inseridos em seis grandes grupos de solos: Solos com argila de atividade alta (S1), Latos solos com argila de atividade baixa (S2), Não-Latos solos com argila de atividade baixa (S3), Solos arenosos (S4); Solos hidromórficos (S5) e Outros Solos (S6). Este reagrupamento atende a necessidade para se avaliar as mudanças de estoque de carbono.

O mapa de vegetação utilizado, também, foi o do Primeiro Inventário. O Primeiro Inventário agrupou as classes de vegetação do mapa IBGE de 1988, agregando-as com base na fisionomia e/ou distribuição geográfica (MCT, 2006). Obteve-se assim, 15 categorias. As áreas de contato foram incluídas nesse agrupamento, associando-as a cada uma das 15 categorias conforme a dominância da vegetação e localização geográfica. Para essa chave de classificação, as categorias ficaram assim distribuídas: Floresta Amazônica

Aberta (V1), Floresta Amazônica Densa (V2), Floresta Atlântica (V3), Floresta Estacional Decidual (V4), Floresta Estacional Semi-decidual (V5), Floresta Ombrófila Mista (V6), Savana Sul (V7), Savana Amazônica (V8), Cerrado (V9), Estepe do Sul (V10), Estepe Nordeste (Caatinga) (V11), Estepe Oeste (Pantanal) (V12), Estepe do Sul (V10), Savana Amazônica (V8), Refúgios Ecológicos de Montanhas e Terras Altas (V13), Áreas de Formação Pioneira (V14) e Áreas Arenosas e Vegetação Lenhosa Oligotrófica de Áreas Pantanosas (V15).

O limite municipal usado para o cruzamento de dados foi o mesmo do I Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretas e Indiretas do Estado de São Paulo.

O programa utilizado para a execução deste trabalho foi o TerraAmazon, Excel, POGresSQL. O TerraAmazon (Sistema de Informação Geográfica multiusuário - 2005-2014 FUNCATE/INPE) é uma ferramenta SIG projetada para ser um editor multiusuário de dados geográficos vetoriais mantendo-os armazenados em um banco de dados modelo TerraLib. Suas funcionalidades são extensíveis por meio de plug-ins, como o TerraImage (PDI) e TerraPrint (plotagem), que são fornecidos juntamente com o TerraAmazon. O TerraAmazon surgiu no início de 2005, sendo desenvolvido pelo INPE e pela FUNCATE. O TerraAmazon é um sistema de distribuição e uso gratuito disponível em <http://terraamazon.org/index.php>.

### **2.3. Metodologia**

As mesmas metodologias dos inventários foram utilizadas neste trabalho para poderem ser comparáveis entre si, ou seja, pautadas nas orientações do GPG/LULUCF (*Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*) (IPCC, 2003). As informações geradas para representar as áreas para o setor “Uso da terra, Mudanças do uso da terra e Florestas” (LULUCF) pautou-se nas seguintes orientações do GPG/LULUCF (*Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*): Uso de abordagens adequadas, consistentes, completas, transparentes e acuradas; Identificação das categorias de uso da terra com mudanças de uso da terra e emissões e remoções antrópicas de GEE mais relevantes. O IPCC propõe 6 amplas categorias de uso

da terra: Floresta, Campo, Agricultura, Áreas Alagadas, Áreas Urbanas e Outras Áreas como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1.** Categorias de uso da terra

Abreviatura	Categoria de Uso da Terra	Categoria IPCC
FNM	Floresta não manejada	Floresta ( <i>Forest</i> )
FM	Floresta manejada	
FSec	Floresta secundária	
CS	Floresta com extração seletiva	
Ref	Reflorestamento	
GNM	Campo não manejado	Campo ( <i>Grassland</i> )
GM	Campo manejado	
GSec	Campo com vegetação secundária	
Ap	Pastagem plantada	
Ac	Área agrícola	Área agrícola ( <i>Cropland</i> )
S	Área urbana	Área urbana ( <i>Settlements</i> )
A	Rios e lagos (área não manejada)	Área alagada ( <i>Wetlands</i> )
Res	Reservatórios (área manejada)	
O	Outros usos	Outros usos ( <i>Other land</i> )
NO	Área não observada	

Uso das próprias definições nacionais para as categorias de uso da terra, como:

**Floresta** – categoria de uso da terra com as seguintes características:

- a) valor mínimo de cobertura de copa das árvores: 10 por cento;
- b) valor mínimo de área de terra: 0,5 hectares, e
- c) valor mínimo de altura de árvore: 5 metros.

A categoria Floresta foi dividida nas seguintes sub-categorias:

i) Floresta Primária

Floresta onde a ação humana não provocou significativas alterações das suas características originais de estrutura e de espécies. Também denominada Floresta Clímax.

ii) Reflorestamento

Compreende as áreas plantadas ou em preparo para o plantio de essências florestais (acácia-negra, eucalipto, pinheiro, etc.), incluindo as áreas ocupadas com viveiros de mudas de essências florestais.

**Campo**

i) Campo de Vegetação Primária



Campo em que a ação humana não provocou significativas alterações das suas características originais de estrutura e de espécies.

ii) Pastagem

Abrange as áreas destinadas ao pastoreio e estabelecidas mediante plantio.

**Agricultura**

Abrange todas as áreas cultivadas com lavouras temporárias e permanentes.

**Áreas Alagadas**

Extensão de marismas, pântanos, turfeiras ou águas de regime natural ou artificial, permanentes ou temporárias, estancadas ou correntes, doces, salobras ou salgadas, incluindo as extensões de água marinha, cuja profundidade na maré-baixa não excede 6 (seis) metros. Inclui:

i) Lagos e Rios

ii) Reservatórios

**Áreas Urbanas**

Área interna ao perímetro urbano de uma cidade ou vila, definida por lei municipal. É caracterizada pela edificação contínua e a existência de equipamentos sociais destinados às funções básicas, como habitação, trabalho, recreação e circulação.

**Outras Áreas** (e.g. formações rochosas, mineração, dunas).

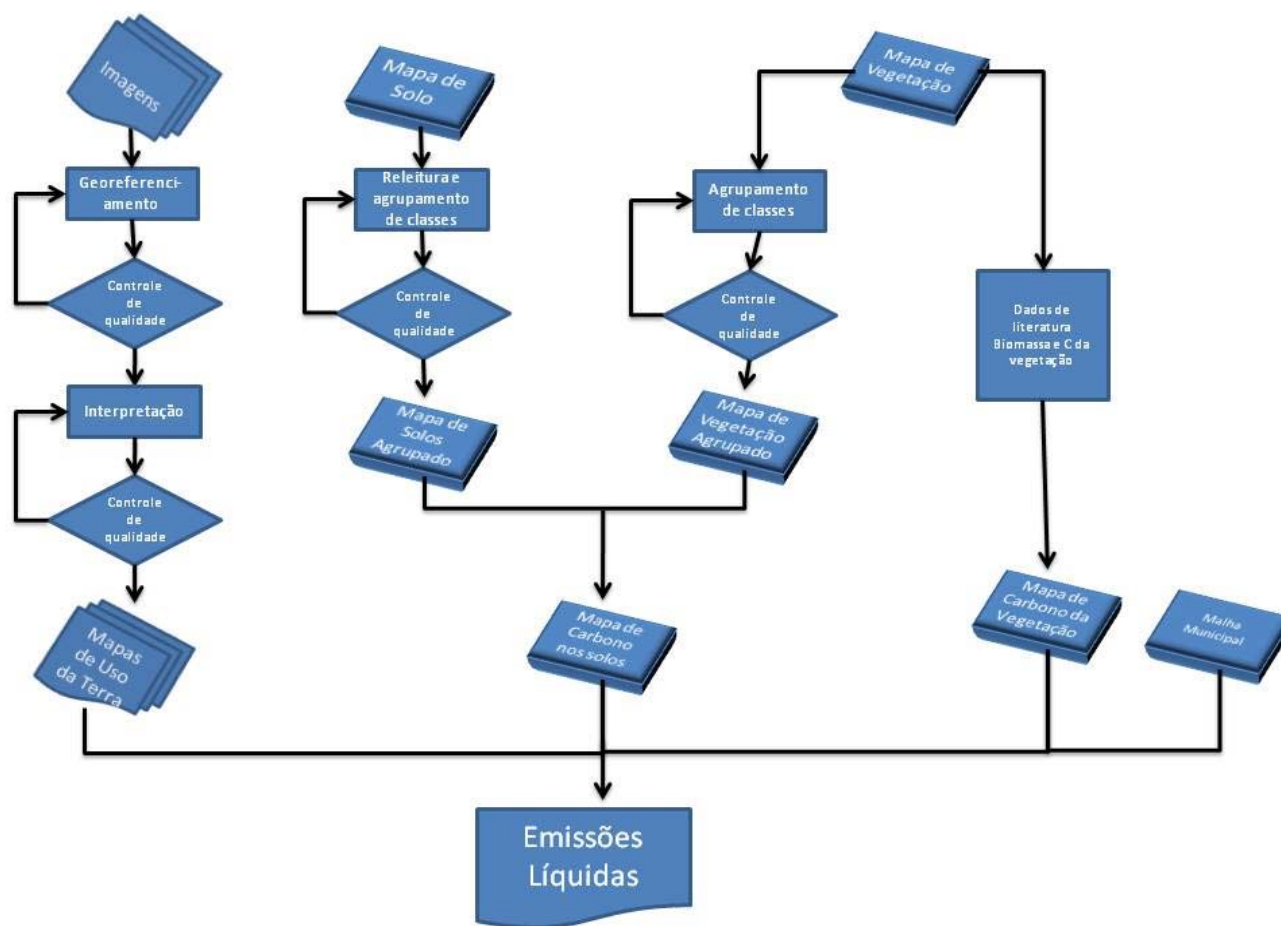
**Não Observado** (área não sensoriada).

O GPG/LULUCF (*Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*) fornece alternativas metodológicas (os chamados *tiers*) que variam desde o tier 1 que provê dados default que podem ser utilizados caso não haja dados específicos gerados no país; o tier 2, que baseia-se em dados específicos para o país; e o tier 3, baseado em modelos e outros métodos que não os propostos no Manual. O uso de um tier mais elevado é normalmente indicado para as fontes de emissão ou remoção mais significativos, que somente podem ser identificadas após a realização de um primeiro inventário. Uso de uma das três abordagens propostas para a representação de áreas: *Tier 1* – se refere aos dados básicos de Uso da Terra; *Tier 2* – envolve a avaliação do Uso da Terra e Mudança do Uso da Terra e *Tier 3* – requer observações espacialmente explícitas de Uso da Terra e Mudanças de Uso da Terra; Relatório das mudanças

dos estoques de carbono e/ou emissões/remoções antrópicas de GEE em áreas não manejadas convertidas para outras categorias de Uso da Terra. Para esse trabalho foi adotada a abordagem *Tier 3*.

Foi adotada a definição de área manejada contida no Guia de Boas Práticas do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) de 2006 (IPCC, 2006) que diz que “área manejada é aquela onde intervenções ou práticas humanas foram aplicadas para realizar funções de produção, ecológicas ou sociais” e assim, foram levantadas as áreas de Unidades de Conservação, Terras Indígenas, Parques Nacionais e Estaduais, entre outros na região de estudo.

A Figura 4 é apresentado o fluxograma da metodologia adotada.



**Figura 4.** Fluxograma da metodologia executada para realizar a estimativa das emissões líquidas de dióxido de carbono para o setor uso da terra, mudanças de uso da terra e florestas na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte.

Para o cálculo das emissões e remoções antrópicas para as transições analisadas foi utilizada a metodologia do GPG/LULUCF (*Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*) que estabelece que a estimativa das emissões de CO<sub>2</sub> em um determinado período de tempo T é gerada pela diferença dos estoques de carbono observados no início e no final do período inventariado para cada uma das transições definidas na Tabela 2, onde a diagonal principal (delimitada a borda espessa) com indica a permanência em uma mesma categoria de uso da terra, e nas células fora da diagonal a transição entre categorias de uso da terra. As células pintadas representam os estados de permanência ou transição de uso da terra não observados nos períodos analisados.

**Tabela 2.** Matriz com as transições observadas

Área (ha)		Uso da Terra (ano)												
		FNM	FM	FSec	Ref	GNM	GM	Ap	Ac	S	A	Res	O	NO
Uso da Terra (ano)	FNM													
	FM													
	FSec													
	Ref													
	GNM													
	GM													
	Ap													
	Ac													
	S													
	A													
	Res													
	O													
	NO													

Fonte: Comunicação Estadual (2011).

São descritas duas abordagens para este cálculo: (1) avaliação direta dos estoques de carbono nos dois instantes de tempo (inicial e final do período); ou (2) avaliação dos ganhos (incrementos) e perdas anuais de carbono por unidade de área, no período considerado. Os estoques de carbono, ou ganhos e perdas de carbono são calculados para os diversos reservatórios de carbono (biomassa acima e abaixo do solo, matéria orgânica morta e carbono do solo).

Para estimar as mudanças dos estoques de carbono na biomassa em áreas de floresta foram utilizadas as Equações 2.4.1 e 2.4.2 do GPG/LULULCF, reproduzidas a seguir.

Equação 2.4.1

$$\Delta C = \sum_{ijk} [A_{ijk} \cdot (C_I - C_L)_{ijk}]$$

onde:

$\Delta C$  : mudança média anual do estoque de carbono (tC/ano)

$A_{ijk}$  : é a área de floresta sob clima i, vegetação j, manejo k (ha)

$C_I$  : ganho (incremento) médio anual de carbono por unidade de área (tC/ha/ano)

$C_L$  : perda média anual de carbono por unidade de área (tC/ha/ano)

Equação 2.4.2

$$\Delta C = \sum_{ijk} (C_{t_2} - C_{t_1}) / (t_2 - t_1)_{ijk}$$

onde:

$\Delta C$  : mudança média anual do estoque de carbono (tC/ano)

$C_{t1}$  : estoque de carbono no tempo t1 (tC)

$C_{t2}$  : estoque de carbono no instante t2 (final do período) (tC)

$ijk$  : Índices que correspondem ao tipo de clima i, tipo de vegetação j e prática de manejo k

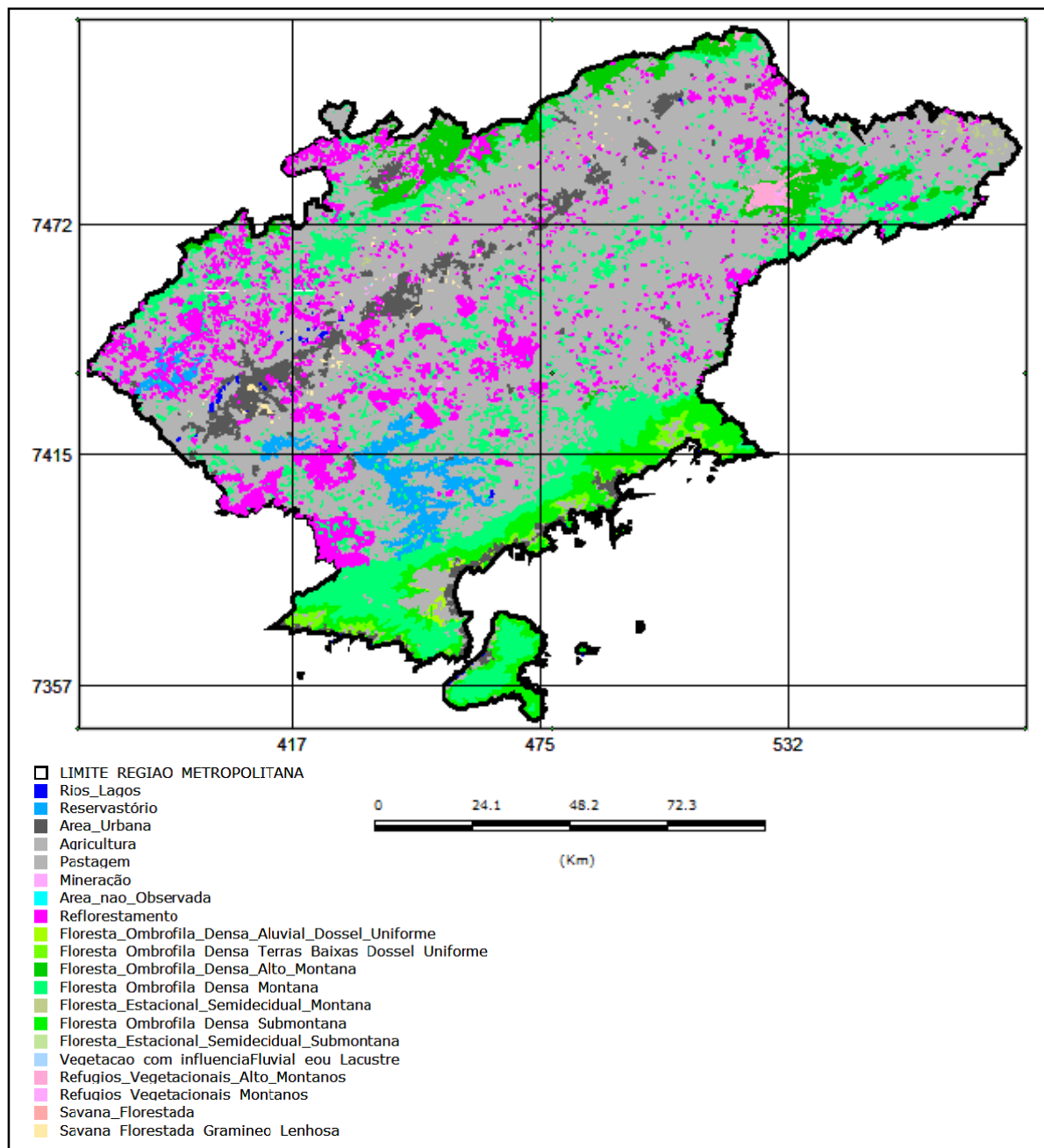
$t_1$  : início do período compreendido pelo Inventário (anos)

$t_2$ : final do período compreendido pelo Inventário (anos)

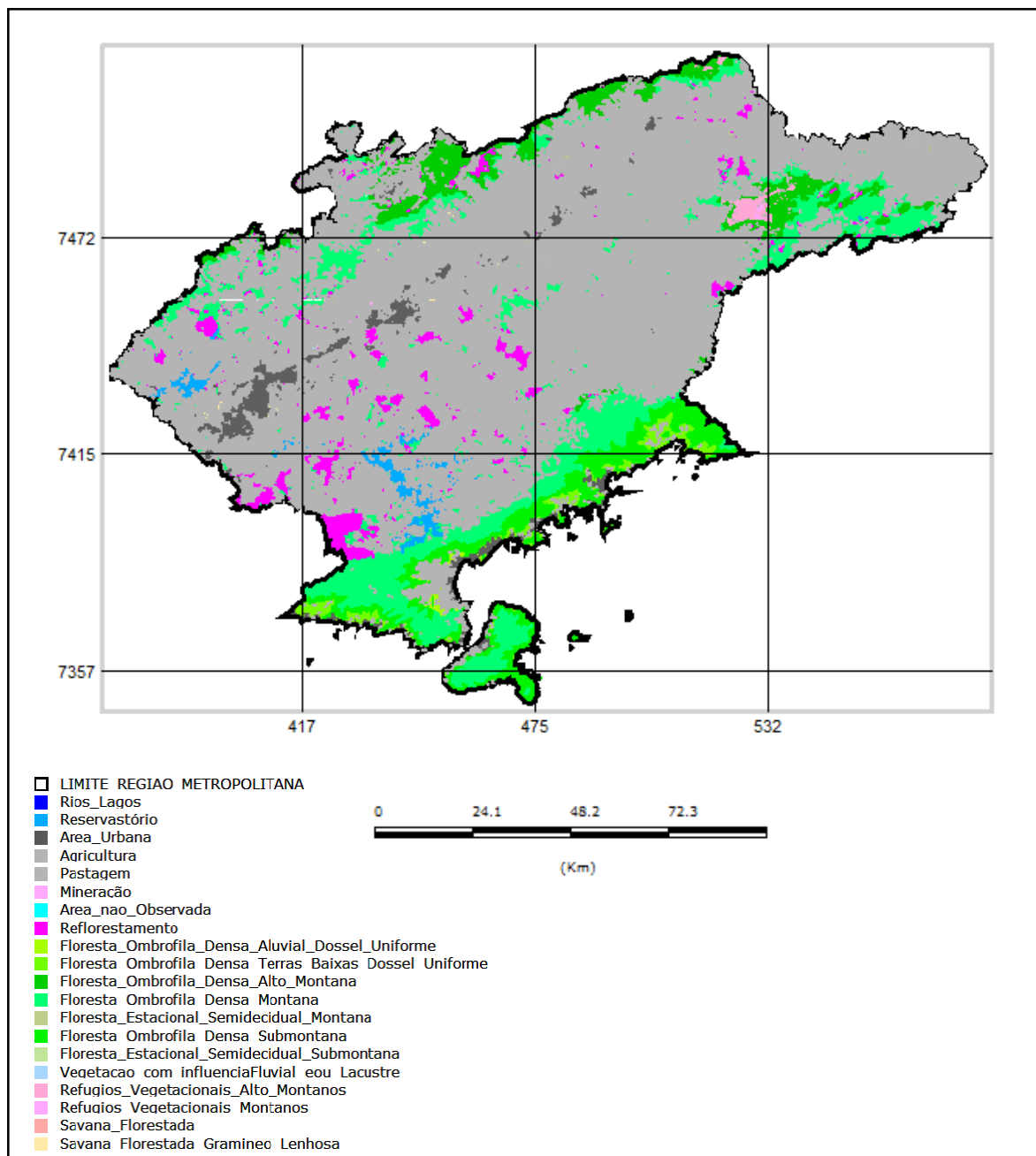
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para obter as estimar as emissões e remoções de dióxido de carbono da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) no período 1994-2002, 2002-2005 e 2005-2008, foi necessário gerar mapas de uso e cobertura da terra para todos os períodos, como mostram as Figura 5, Figura 6, Figura 7 e a Figura 8. A interpretação foi realizada com base nos elementos fotointerpretativos das imagens de satélite, tais como: cor, tonalidade e forma. As categorias de classificação são as propostas pelo IPCC (*Intergovernmental*

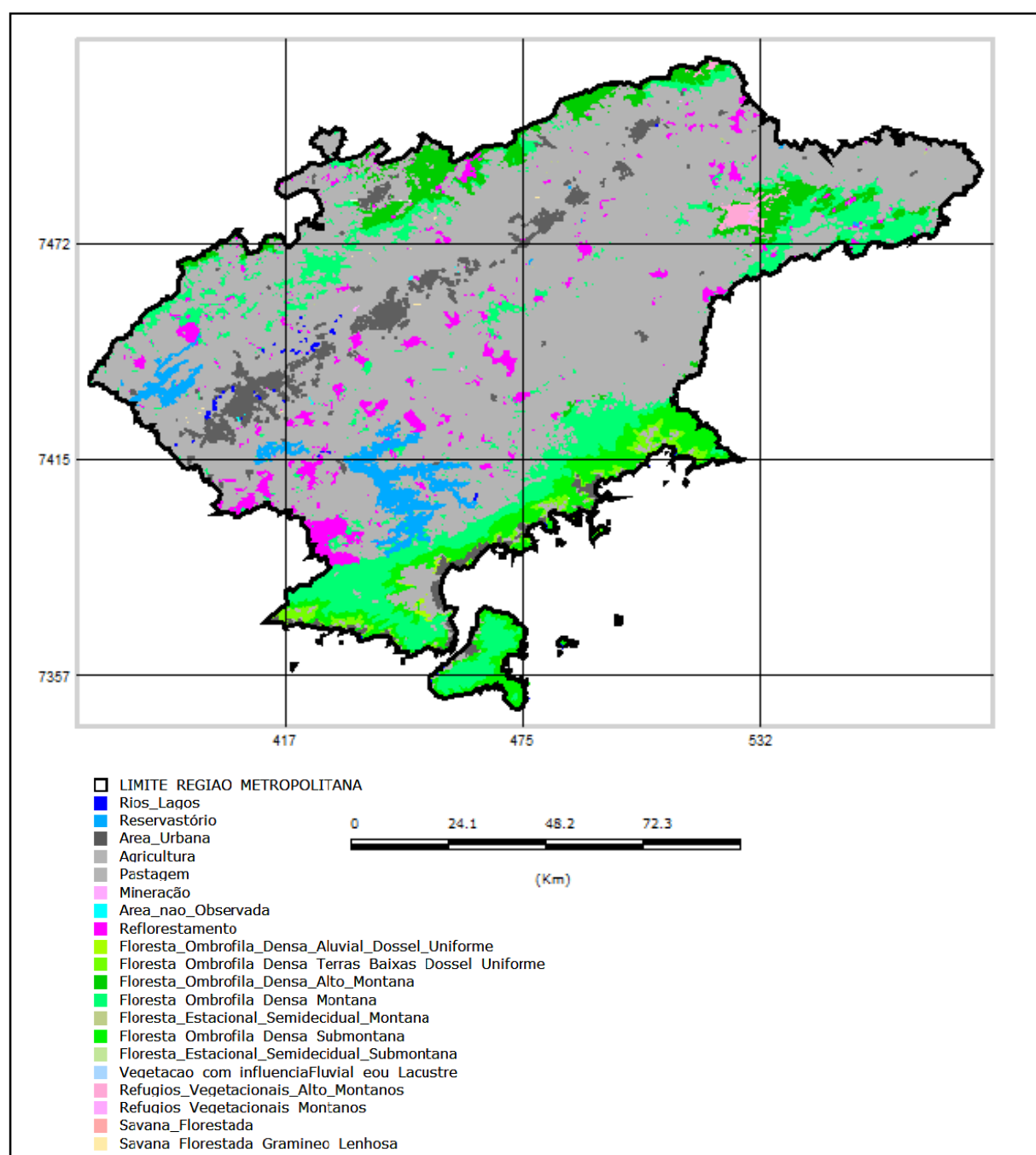
*Panel on Climate Change*): Floresta, Campo, Agricultura, Áreas Alagadas, Áreas Urbanas e Outras Áreas.



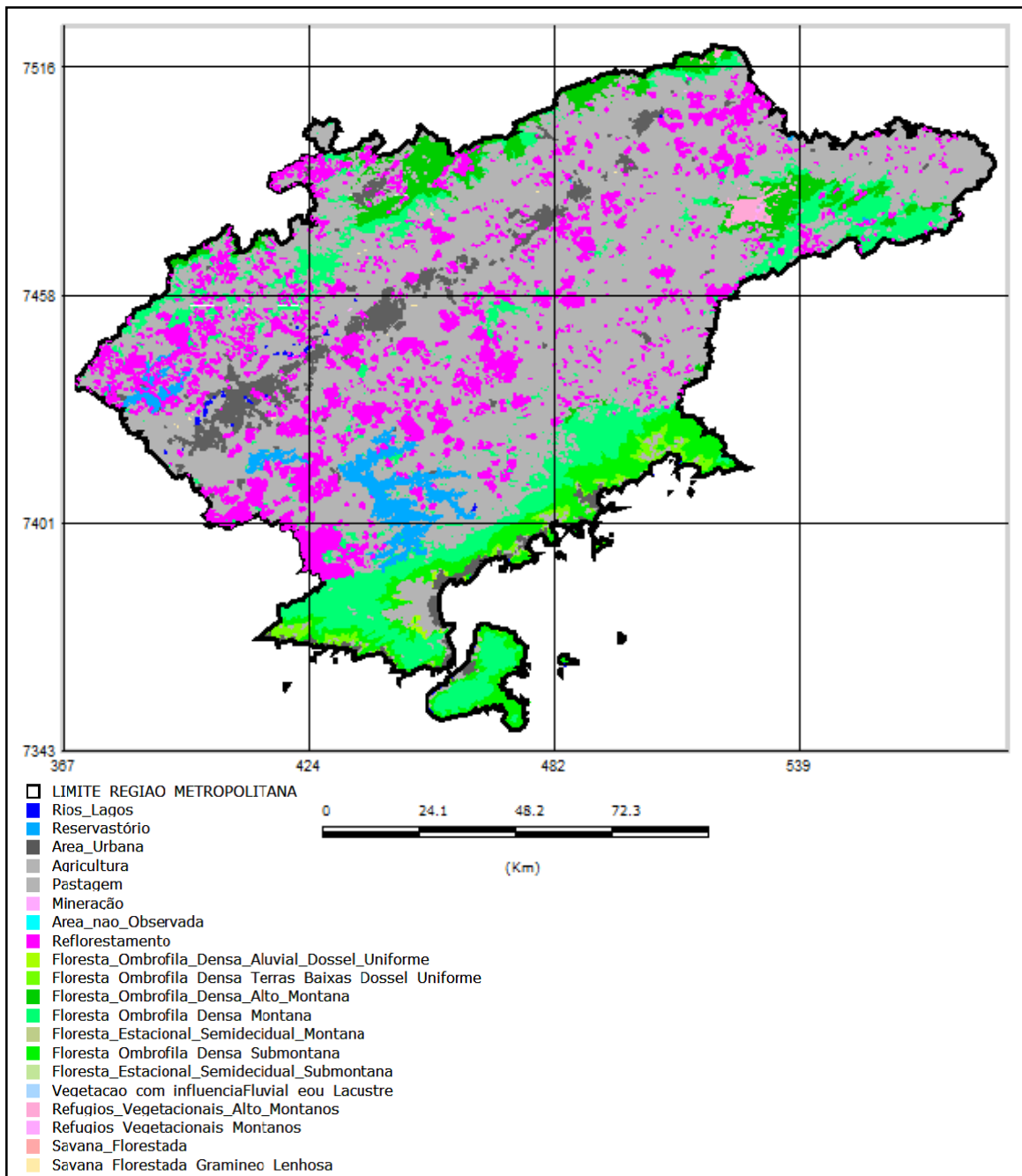
**Figura 5.** Mapa de Uso e Cobertura da Terra no ano de 1994.



**Figura 6.** Mapa de Uso e Cobertura da Terra no ano de 2002.



**Figura 7.** Mapa de Uso e Cobertura da Terra para o ano de 2005.



**Figura 8.** Mapa de Uso e Cobertura da Terra para o ano de 2008.

A partir dos resultados obtidos, observou-se que no primeiro período de 1994 a 2002, houve uma Mudança do Uso da Terra correspondente a 25.338 ha o que corresponde a 1,57% da área mapeada (1.616.142 ha). No período seguinte de 2002 a 2005 a Mudança do Uso da Terra foi de 16.874 ha, ou seja, 1,04% da área mapeada. No terceiro e último período, de 2005 a 2008, a



Mudança do Uso da Terra foi de 17.192 ha que equivale a 1,06% da área mapeada.

Na Tabela 3 são apresentadas as emissões de CO<sub>2</sub> obtidas para o setor Uso da Terra, Mudanças de Uso da Terra e Florestas Terra (UTMUTF) nos três períodos em tC/ha.

**Tabela 3. Emissões observadas para a RMVPLN nos períodos 1994-2002, 2002-2005 e 2005-2008.**

Regiões	Emissões 1994-2002 tC/ha	Emissões 2002-2005 tC/ha	Emissões 2005-2008 tC/ha	Emissões (%)
Sub-região 1	12.193,90	1.742,07	2.952,93	38,7
Sub-região 2	7.689,19	2.728,60	2.572,77	29,8
Sub-região 3	2.451,34	3.802,87	2.969,13	21,1
Sub-região 4	0	2.615,79	1.907,15	10,4
Sub-região 5	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	22.334,43	10.889,33	10.401,98	

Podemos observar na Tabela 3, que no período entre 1994 e 2002 (8 anos), a sub-região 1 foi a que teve maior valor de emissão, seguida pela sub-região 2. A Sub-região 4, que compreende os municípios de Arapeí, Areias, Bananal, Cruzeiro, Lavrinhas, Queluz, São José do Barreiro e Silveiras não tiveram emissão, assim como a sub-região 5. Esta sub-região compreende os municípios do Litoral Norte, Caraguatatuba, Ubatuba, São Sebastião e Ilha Bela não emitiram CO<sub>2</sub>, acredita-se que isso ocorreu, principalmente, pelo fato de possuírem grandes áreas de Mata Atlântica como a Floresta Manejada, tendo o principal exemplo o Parque Estadual de Serra do Mar.

No período entre 2002 a 2005, como mostra a tabela a sub-região 1 apresentou uma diferença significativa em relação ao período anterior. Pode-se observar uma redução de 85,7% das emissões de CO<sub>2</sub>. Neste mesmo período, segundo o mapeamento feito, a cultura de eucaliptos e pinus (Reflorestamento) aumentou em 32%.

No terceiro período de 2005 a 2008, não houve uma mudança significativa nas sub-regiões 1, 2, 3 e 5. A sub-região 4 reduziu suas emissões de CO<sub>2</sub> em 27,1%.

A Tabela 4 apresenta as remoções de CO<sub>2</sub> para o setor Uso da Terra, Mudanças de Uso da Terra e Florestas Terra (UTMUTF) agrupadas por sub-regiões.

**Tabela 4. Remoções no período de 1994-2002, 2002-2005 e 2005-2008**

Regiões	Remoção 1994-2002 tC/ha	Remoção 2002-2005 tC/ha	Remoção 2005-2008 tC/ha	Emissões (%)
Sub-região 1	-155.136,03	-91.633,17	-86.143,54	11,7
Sub-região 2	-426.128,80	-174.488,48	-153.432,81	26,4
Sub-região 3	-183.729,13	-126.188,41	-106.405,38	14,6
Sub-região 4	-173.882,21	-114.757,07	-96.770,36	13,5
Sub-região 5	-549.984,66	-206.244,25	-208.257,55	33,8
<b>TOTAL</b>	-1.488.860,83	-713.311,38	-651.009,64	

Podemos observar na Tabela 4 que a Sub-região 5 foi a que apresentou maior valor de remoção, em todos os períodos de estudo, isso poder ser devido à presença, nesta sub-região, de grandes áreas de Floresta Manejada.

Observa-se também que a Sub-região 2, no período de 1994 a 2002 apresentou, também, grandes valores de remoção CO<sub>2</sub>. Nesta região encontra-se também grandes áreas de Mata Atlântica como a Serra da Mantiqueira.

A seguir, na Tabela 5, é apresentado o resultado das estimativas líquidas das emissões de CO<sub>2</sub> para as 5 sub-regiões.

**Tabela 5. Estimativa líquida das emissões no setor de UTMUTF (Uso da Terra, Mudanças de Uso da Terra e Florestas) para as sub-regiões da RMVPLN**

Regiões	Emissões Líquida 1994-2002 tC/ha	Emissões Líquida 2002-2005 tC/ha	Emissões Líquida 2005-2008 tC/ha	Emissões (%)
Sub-região 1	-142.942,13	-89.891,10	-83.190,61	11,2
Sub-região 2	-418.436,61	-171.759,88	-150.860,04	26,4
Sub-região 3	-181.277,79	-122.385,54	-103.436,25	14,5
Sub-região 4	-173.882,21	-112.141,28	-94.863,21	13,6
Sub-região 5	-549.984,66	-206.244,25	-208.257,55	34,3
<b>TOTAL</b>	-1.466.523,40	-702.422,05	-640.607,66	

Os resultados apresentados na Tabela 5, mostra que duas sub-regiões foram as que tiveram maior valor de remoção, as sub-regiões 2 e 5, isso acontece devido a presença de grandes preservações da Mata Atlântica presente nestas sub-regiões.

Estas estimativas líquidas mostram que toda a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte não apresenta problemas de emissões no setor de Uso da terra, Mudanças do Uso da Terra e Floresta (UTMUTF).

#### **4. CONCLUSÕES**

Pelos resultados apresentados a RMVPLN (Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte) não apresentou grandes emissões nos três períodos analisados e isso ocorre, principalmente, pelo tipo de uso da terra da região. Esta é uma região onde predomina a indústria, o comércio e pouca mudança na atividade rural.

Grandes remoções foram observadas em duas das sub-regiões e isso se deve pela presença, nestas sub-regiões, de grandes áreas de Mata Atlântica presentes na Serra do Mar e na Serra da Mantiqueira.

Os resultados apresentados neste trabalho, mostram que a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, no setor de Uso da Terra, vem colaborando para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>, mais para que a região possa tomar alguma atitude para ajudar o Estado a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 20% até o ano 2020, tendo como base o ano 2005, devem ser considerados os outros setores para um diagnóstico total da região.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGUIAR APD, OMETTO JP, NOBRE CA, LAPOLA DM, ALMEIDA C, VIEIRA IC, SOARES JV, ALVALA R, SAATCHI S, VALERIANO V, CASTILLA-RUBIO JC. (2012) **Modeling the spatial and temporal heterogeneity of deforestation-driven carbon emissions: the INPE-EM framework applied to the Brazilian Amazon**. Global Change Biology (Print).

BRASIL, MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, COORDENAÇÃO-GERAL DE MUDANÇAS GLOBAIS DO CLIMA, 2010a. **Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas. Coordenação-geral de Mudanças Globais do Clima**. – Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia. 527p.

CETESB, COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011. **Primeiro Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo. Programa de Mudanças Climáticas do Estado de São Paulo – Pro clima**, São Paulo: CETESB. 179p.

EMPLASA, 2012. **Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte**. 126p.

FUNCATE, FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA, APLICAÇÕES E TECNOLOGIA ESPACIAIS, 2012. **Emissões do setor de uso da terra, mudanças do uso da terra e florestas: relatório de referência**. São Paulo: FUNCATE, CETESB. 120p.

IBGE, 2004. **Mapa de Vegetação do Brasil**. Escala 1: 5.000.000. Rio de Janeiro.

INPE, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2012. **INPE-EM: Estimativa de emissões dos gases do efeito estufa (GEE) por mudanças de cobertura da terra**. <http://inpe-em.ccst.inpe.br/>, acessado em 20/set/2012.

IPCC, 2003. **Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry**. 2003.

IPCC, 2006. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006.

SAATCHI, SS, HOUGHTON RA, ALVALÁ R, SOARES JV, YU Y (2007), **Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin**, **Global Change Biology**, 13(4), 816-837.